

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-268252

(43)Date of publication of application : 22.09.1994

(51)Int.Cl.

H01L 33/00

(21)Application number : 05-052684

(71)Applicant : SHARP CORP

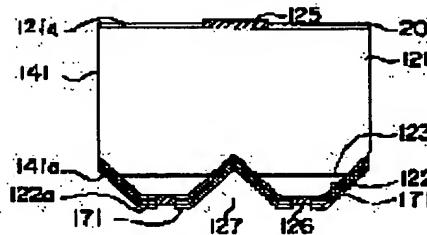
(22)Date of filing : 12.03.1993

(72)Inventor : KIMOTO MASAHIKO
OKAMOTO TETSUYA
WADA YASUHIRO

(54) SEMICONDUCTOR LIGHT-EMITTING DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a semiconductor light-emitting device which can be enhanced in emission efficiency.
CONSTITUTION: An antireflection film 201 is formed on an emission plane 121a. A groove 127 is provided to a region which confronts an electrode 125 penetrating a PN junction 123 from an underside 122a. The groove 127 is tapered. A side face 141 is provided with a slope 141a which is tilted inward toward the underside 122a crossing the PN junction 123. An antireflection film 171 is formed on the underside 122a, the inner side of the groove 127, and the slope 141a. By this setup, light directed to an electrode 125 is lessened by the groove 127, and light traveling in parallel with the P-N junction 123 is reflected by the slope of the groove 127 and the slope 141a of the side face 141 and directed toward the emission plane 121a.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 31.01.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 27.11.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3312049

[Date of registration] 24.05.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2001-23259

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 27.12.2001

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-268252

(43)公開日 平成6年(1994)9月22日

(51)Int.Cl.⁵
H 01 L 33/00

識別記号 庁内整理番号
A 7376-4M

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数12 O.L (全 14 頁)

(21)出願番号 特願平5-52684

(22)出願日 平成5年(1993)3月12日

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 木本 匡彦

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

(72)発明者 岡本 哲也

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

(72)発明者 和田 安弘

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

(74)代理人 弁理士 青山 葵 (外1名)

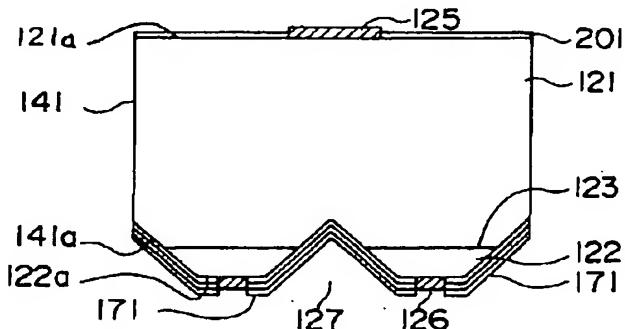
(54)【発明の名称】 半導体発光装置

(57)【要約】

【目的】 光出射効率を向上させることができる半導体発光装置を提供する。

【構成】 光出射面121aに反射防止膜201を形成した。電極125に対向する領域に、下面122aからPN接合面123を貫通する溝127を形成した。溝127を先細にした。側面141はPN接合面123と交差して、下面122aに向かって内側に傾斜した傾斜面141aを有する。下面122a、溝127の内面、傾斜面141aに反射膜171を形成した。

【効果】 溝127が電極125に向かう光を少なくする。溝127の傾斜面および側面141の傾斜面141aが、PN接合面123に平行方向に進む光を反射して光出射面121aに向かわせる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1導電型層と第2導電型層とが接合面で互いに接合し、上記接合面に対向する第1導電型層の対向面に第1電極を形成し、上記接合面に対向する第2導電型層の対向面に第2電極を形成し、上記第1電極が形成された対向面もしくは上記第2電極が形成された対向面の一方を光出射面とした半導体発光装置において、上記光出射面とした一方の対向面に1層ないし複数層の誘電体光学薄膜で構成された反射防止膜を形成したことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項2】 第1導電型層と第2導電型層とが接合面で互いに接合し、上記接合面に対向する第1導電型層の対向面に第1電極を形成し、上記接合面に対向する第2導電型層の対向面に第2電極を形成し、上記第1電極が形成された対向面もしくは上記第2電極が形成された対向面の一方を光出射面とした半導体発光装置において、一方の対向面(光出射面)に対向した他方の対向面に、反射膜を形成したことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項3】 第1導電型層と第2導電型層とが接合面で互いに接合し、上記接合面に対向する第1導電型層の対向面に第1電極を形成し、上記接合面に対向する第2導電型層の対向面に第2電極を形成し、上記第1電極が形成された対向面もしくは上記第2電極が形成された対向面の一方を光出射面とした半導体発光装置において、上記光出射面とした一方の対向面に1層ないし複数層の誘電体光学薄膜で構成された反射防止膜を形成し、一方の対向面(光出射面)に対向した他方の対向面に、反射膜を形成したことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項4】 第1導電型層と第2導電型層とが接合面で互いに接合し、上記接合面に対向する第1導電型層の対向面に第1電極を形成し、上記接合面に対向する第2導電型層の対向面に第2電極を形成し、上記第1電極が形成された対向面もしくは上記第2電極が形成された対向面の一方を光出射面とした半導体発光装置において、上記一方の対向面に形成された第1電極または第2電極に対向する他方の対向面の電極対向領域に形成され、上記接合面を貫通する凹部を有することを特徴とする半導体発光装置。

【請求項5】 請求項4に記載の半導体発光装置において、上記凹部が上記凹部の底に向かって先細になるように、上記凹部の側面を傾斜面にしたことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項6】 第1導電型層と第2導電型層とが接合面で互いに接合し、上記接合面に対向する第1導電型層の対向面に第1電極を形成し、上記接合面に対向する第2導電型層の対向面に第2電極を形成し、上記第1電極が形成された対向面もしくは上記第2電極が形成された対向面の一方を光出射面とした半導体発光装置において、上記一方の対向面に形成された第1電極または第2電極に対向する他方の対向面の電極対向領域を含む領域に形

成され、上記接合面を貫通すると共に上記他方の対向面に沿って延びる溝を有することを特徴とする半導体発光装置。

【請求項7】 請求項6に記載の半導体発光装置において、上記溝が上記溝の底に向かって先細になるように、上記溝の側面を傾斜面にしたことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項8】 請求項4乃至7のいずれか1つに記載の半導体発光装置において、上記半導体発光装置の側面の一部は、上記一方の対向面から上記他方の対向面に向かって内側に傾斜し、かつ、上記接合面と交差する傾斜面からなることを特徴とする半導体発光装置。

【請求項9】 請求項4乃至8のいずれか1つに記載の半導体発光装置において、上記凹部の内面または溝の内面、あるいは他方の対向面、あるいは上記側面の一部である傾斜面に、光の反射と電気的絶縁の両方を行う反射膜を形成したことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項10】 請求項4乃至9のいずれか1つに記載の半導体発光装置において、上記一方の対向面の光取り出し領域に、1層ないし複数層の誘電体光学薄膜で構成された反射防止膜を形成したことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項11】 請求項2または請求項3または請求項9のいずれか1つに記載の半導体発光装置において、上記反射膜を、誘電体で構成した光学多層膜としたことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項12】 請求項2または請求項3または請求項9のいずれか1つに記載の半導体発光装置において、上記反射膜が、誘電体で構成した光学多層膜と金属層で構成した反射ミラーであることを特徴とする半導体発光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、P N接合面近傍で発光した光を効率よく外部に取り出すことができ、かつ、容易に製造できる半導体発光装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、この種の半導体発光装置としては、図21に示すものがある。この半導体発光装置Aは、たとえばLEDランプの主要構成部品として使用される。この半導体発光装置は、P型半導体層211とN型半導体層212とを接合してP N接合面213を形成している。また、上記P型半導体層211の対向面211aに正電極214を形成する一方、上記N型半導体層212の対向面212aに複数の負電極215, 215, 215を形成している。ここで、正電極214の直下領域で発光した光で、P N接合面に対して略平行方向に進行した光は側面216および217から出射するものの、光出射方向に進行した光は、正電極214で遮蔽さ

れてしまう。

【0003】上記半導体発光装置は、上記正電極214と負電極215との間に電圧を印加すると、上記PN接合面213近傍で発光し、その光は、図21に示すように、あらゆる方向に進行する。そして、PN接合面213に対して略平行方向に進行した光は、側面216および217から横方向に出射する。上記半導体発光装置は、上記対向面211aを光出射面にしている。

【0004】上記半導体発光装置Aを構成部品とするLEDランプとしては、図22に示すものがある。このLEDランプは、リードフレーム221のカップ形状の反射部222に上記発光装置Aを固定して、上記発光装置Aの側面216, 217から出射した光を、上記反射部222でLEDランプの前方方向に反射させるようにしている。

【0005】しかし、特に指向角の狭い高輝度タイプのLEDランプにおいては、図22に示すように、半導体発光装置Aの上面つまり光出射面である対向面211aから出射した光Xは、レンズ部223で光軸方向に効果的に集光されるのに対し、側面216, 217から出射し反射部222で反射した光Yは、光軸からズレた方向に進行することになる。従って、上記半導体発光装置Aは側面216, 217から出射した光を有効的に利用できない。つまり、発光した光を有効に利用することができないという問題がある。

【0006】そこで、発光した光を有効に利用するためには、図23および図24に示すように、半導体発光装置のPN接合面233, 243に対向する対向面232a, 241aから上記PN接合面233, 243に向かって掘り下げられ、上記PN接合面233, 243を貫通する溝238, 248を形成したものがある。この半導体発光装置は、上記溝238, 248の少なくとも一方の側面238a, 248aを、上記PN接合面233, 243に対して所定の角度で傾斜させた傾斜面とし、この傾斜面でPN接合面233, 243近傍で発光してPN接合面233, 243に平行方向に進行する光を反射して、上記光を光出射面である対向面231a, 241aから取り出すことができるようになっている（特開昭62-25472）。

【0007】また、発光した光を有効に利用するためには、図25に示すように、光の取り出し面251a（光出射面）を半球状に加工し、内部での反射による光の閉じ込めを少なくすると共に、光の出射方向を揃えるようにしたものもある。

【0008】また、発光した光を有効に利用するためには、図26及び図27に示すように、半導体発光装置の側面269, 279が、PN接合面263, 273と所定の傾斜角で交差する傾斜面269a, 279aと、上記傾斜面269a, 279aに連なりPN接合面263, 273に対して略垂直な垂直面269b, 279bとを有

するようにしたものがある（実開昭58-92751）。

【0009】図26に示した構造の発光装置は、PN接合面263から斜め方向に進行する光を、上記傾斜面269aから出射させて上記光を上記傾斜面269aに略垂直な方向に出射させることができる。また、図27に示した構造の発光装置は、PN接合面273に平行に進行する光を上記傾斜面279aで反射して上面271aから出射させることができる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記半導体発光装置を構成する半導体層の結晶（GaP, GaAs, GaAlAs, GaAsP, 等）の屈折率nは、約3.5である。従って、内部で発光した光が外部に出射する場合に、光出射面での反射率Rは、空気に対しては約30%になる。また、上記反射率Rは、エポキシ樹脂に対しては約16%になる。上記反射率Rは、光の進行方向が界面に垂直の場合におけるフレネルの式 $R = (n_1 - n_2)^2 / (n_1 + n_2)^2$ を用いて計算した。

【0011】このように、上記従来の半導体発光装置は、光の取り出し面（光出射面）に達した光の一部分が、上記光出射面で反射して、半導体発光装置の内部に滞在してしまうという欠点がある。

【0012】つまり、上記従来の半導体発光装置は、PN接合近傍で発生した光が、光出射面で内側に反射するので、光出射効率が低いという問題がある。

【0013】また、通常、フレームや基板への搭載面（下面）は、上記フレームや基板に銀ペーストで固定されている。そして、この搭載面に達した光は、その16%が光出射面に向かう方向に反射し、残りの84%は搭載面を透過して上記銀ペースト内に進行する。そして、上記銀ペースト内に進行した光は、銀の粉体により散乱を受け、その一部の光のみが再度、搭載面の内側に戻ってくる。上記銀ペーストの反射率は40%程度である。結局、PN接合近傍から下面方向に進行した光の内、上面（光出射面）方向に反射する光（すなわち、上記搭載面で反射する光と上記銀ペーストで反射する光との和）は、上記下面方向に進行した光の約50%に過ぎない。

【0014】つまり、上記従来の半導体発光装置では、PN接合面近傍で発生した光が、搭載面を透過するので、光出射効率が低いという問題がある。

【0015】次に、図23および図24に示した従来例（特開昭62-25472）を用いて、樹脂モールドでレンズを形成したLEDランプを構成する場合に生じる問題について以下に説明する。まず、上記従来例の半導体発光装置のサイズは、一般に、概ね一辺が約300μmのダイス状であり、LEDランプに比べて非常に小さい。そして、一般に、PN接合面に平行方向に進行した光を有効的に反射するには、溝をできる限り深くして反射面となる溝の傾斜面を大きく形成する必要がある。ここで、半導体発光装置は、一辺が約300μmのダイス

状であり、PN接合面の深さD1を30μmとすると、実際上、効果ある溝の大きさとしては、45°の傾斜で深さD2が50μm以上であること必要になる。そして、一辺が300μm程度のサイズの発光装置内に、上記サイズの溝を形成すると、PN接合面の発光領域のサイズは160μm以下になる。

【0016】これに対し、上記発光装置の上面(光出射面)の中央部には、直径150μm程度のワイヤボンド用の電極2を形成しているので、上記PN接合面の発光領域のほとんどの領域が、上記電極2に覆われてしまうことになる。つまり、上記電極2が発光した光の遮光膜となって、有効に光を取り出すことができないという問題がある。

【0017】また、図25に示した従来例のように、光出射面を半球状に加工して、外部へ効率よく光を取り出すようにする場合には、構造が特殊であるので、その製作には特別に複雑なプロセスが必要となり、量産性や経済性および実装作業性の点では、著しく劣っており、限られた用途に限定されるという問題がある。

【0018】また、図26に示した従来例(実開昭58-92751)は、傾斜面269aからこの傾斜面269aに対して垂直な方向に光を出射させることができる。また、図27に示した従来例(実開昭58-92751)は、傾斜面279aで光を反射して光出射面である上面271aに向かわせることができる。しかし、図26、図27に示した従来例は、いずれも側面に傾斜面を形成した分だけ、PN接合面の面積が小さくなる。具体的には、一辺が約300μmの半導体発光装置であって、PN接合面の深さが表面から30μm程度の場合において、PN接合面の一辺は250μm以下になってしまう。その上、この面積が小さくなつた上記PN接合面の大部分は、ワイヤボンド用の電極2で覆われるので、光出射面に向かう発光した光の大部分が上記電極2に遮られて外部に取り出せなくなる。したがつて、光出射効率が非常に低いという問題がある。

【0019】そこで、この発明の目的は、光出射効率を向上させることができる半導体発光装置を提供することにある。

【0020】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1に記載の発明は、第1導電型層と第2導電型層とが接合面で互いに接合し、上記接合面に対向する第1導電型層の対向面に第1電極を形成し、上記接合面に対向する第2導電型層の対向面第2電極を形成し、上記第1電極が形成された対向面もしくは上記第2電極が形成された対向面の一方を光出射面とした半導体発光装置において、上記光出射面とした一方の対向面に1層ないし複数層の誘電体光学薄膜で構成された反射防止膜を形成したことを特徴としている。

【0021】また、請求項2に記載の発明は、第1導電

型層と第2導電型層とが接合面で互いに接合し、上記接合面に対向する第1導電型層の対向面に第1電極を形成し、上記接合面に対向する第2導電型層の対向面第2電極を形成し、上記第1電極が形成された対向面もしくは上記第2電極が形成された対向面の一方を光出射面とした半導体発光装置において、一方の対向面(光出射面)に對向した他方の対向面に、反射膜を形成したことを特徴としている。

【0022】また、請求項3に記載の発明は、第1導電型層と第2導電型層とが接合面で互いに接合し、上記接合面に対向する第1導電型層の対向面に第1電極を形成し、上記接合面に対向する第2導電型層の対向面第2電極を形成し、上記第1電極が形成された対向面もしくは上記第2電極が形成された対向面の一方を光出射面とした半導体発光装置において、上記光出射面とした一方の対向面に1層ないし複数層の誘電体光学薄膜で構成された反射防止膜を形成し、一方の対向面(光出射面)に對向した他方の対向面に、反射膜を形成したことを特徴としている。

【0023】また、請求項4に記載の発明は、第1導電型層と第2導電型層とが接合面で互いに接合し、上記接合面に対向する第1導電型層の対向面に第1電極を形成し、上記接合面に対向する第2導電型層の対向面第2電極を形成し、上記第1電極が形成された対向面もしくは上記第2電極が形成された対向面の一方を光出射面とした半導体発光装置において、上記一方の対向面に形成された第1電極または第2電極に對向する他方の対向面の電極対向領域に形成され、上記接合面を貫通する凹部を有することを特徴としている。

【0024】また、請求項5に記載の発明は、請求項4に記載の半導体発光装置において、上記凹部が上記凹部の底に向かって先細になるように、上記凹部の側面を傾斜面にしたことを特徴としている。

【0025】また、請求項6に記載の発明は、第1導電型層と第2導電型層とが接合面で互いに接合し、上記接合面に対向する第1導電型層の対向面に第1電極を形成し、上記接合面に対向する第2導電型層の対向面第2電極を形成し、上記第1電極が形成された対向面もしくは上記第2電極が形成された対向面の一方を光出射面とした半導体発光装置において、上記一方の対向面に形成された第1電極または第2電極に對向する他方の対向面の電極対向領域を含む領域に形成され、上記接合面を貫通すると共に上記他方の対向面に沿って延びる溝を有することを特徴としている。

【0026】また、請求項7に記載の発明は、請求項6に記載の半導体発光装置において、上記溝が上記溝の底に向かって先細になるように、上記溝の側面を傾斜面にしたことを特徴としている。

【0027】また、請求項8に記載の発明は、請求項4乃至7のいずれか1つに記載の半導体発光装置におい

て、上記半導体発光装置の側面の一部は、上記一方の対向面から上記他方の対向面に向かって内側に傾斜し、かつ、上記接合面と交差する傾斜面からなることを特徴としている。

【0028】また、請求項9に記載の発明は、請求項4乃至8のいずれか1つに記載の半導体発光装置において、上記凹部の内面または溝の内面、あるいは他方の対向面あるいは傾斜面に、光の反射と電気的絶縁の両方を行う反射膜を形成したことを特徴としている。

【0029】また、請求項10に記載の発明は、請求項4乃至9のいずれか1つに記載の半導体発光装置において、上記一方の対向面の光取り出し領域に、1層ないし複数層の誘電体光学薄膜で構成された反射防止膜を形成したことを特徴としている。

【0030】また、請求項11に記載の発明は、請求項2または請求項3または請求項9のいずれか1つに記載の半導体発光装置において、上記反射膜を、誘電体で構成した光学多層膜としたことを特徴としている。

【0031】また、請求項12に記載の発明は、請求項2または請求項3または請求項9のいずれか1つに記載の半導体発光装置において、上記反射膜が、誘電体で構成した光学多層膜と金属層で構成した反射ミラーであることを特徴としている。

【0032】

【作用】請求項1に記載の発明は、光出射面とした一方の対向面に形成した反射防止膜は、光出射面の光透過率を向上させ、PN接合面近傍で発生して上記光出射面に入射した光が上記光出射面で反射することを防止し、上記光を光出射面から出射させる。したがって、請求項1の発明によれば、光出射効率を向上させることができる。

【0033】また、請求項2に記載の発明は、上記光出射面に対向する他方の対向面に形成した反射膜は、PN接合面近傍で発生して上記他方の対向面に入射した光が上記他方の対向面を透過することを防止し、上記光を反射して上記光を光出射面に向かわせる。したがって、請求項2の発明によれば、光出射効率を向上させることができる。

【0034】また、請求項3に記載の発明は、光出射面に反射防止膜を形成し、かつ、光出射面に対向する対向面に反射膜を形成した。この為、上記反射防止膜によって、光出射面で発光光が反射することを防止して上記発光光を光出射面から出射させることができ、かつ、上記反射膜によって、光出射面に対向する対向面から発光光が透過していくことを防ぎ、上記光を反射して上記光を光出射面に向かわせることができる。したがって、請求項3の発明によれば、特に、光出射効率を向上させることができる。

【0035】また、請求項4に記載の発明は、光出射面に形成した電極に対向する他方の対向面の電極対向領域

に形成され、上記接合面を貫通する凹部を有するので、上記凹部を有さない場合に比べて、上記電極対向領域にある接合面の面積が減少する。従って、上記凹部を形成したことによって、上記凹部が無い場合に比べて、上記光出射面に形成した電極に向かって進行する発光光の量を大幅に減少させることができる。つまり、請求項4の発明によれば、全発光光の内、上記電極の形成領域にある光出射面に入射する光の割合を減少させ、上記電極の非形成領域にある光出射面に入射する光の割合を増加させることができる。したがって、請求項4の発明によれば、上記電極で遮られる発光光を減少させ、上記電極で遮られずに光出射面から出射する発光光を増加させることができ、光出射効率を向上させることができる。

【0036】また、請求項5に記載の発明は、上記凹部が上記凹部の底に向かって先細になるように、上記凹部の側面を傾斜面にしたので、上記接合面近傍で発生し上記接合面と略平行に進行する光を、上記傾斜面で反射して一方の対向面つまり光出射面に向かわせることができる。したがって、請求項5の発明によれば、特に、光出射効率を向上させることができる。

【0037】また、請求項6に記載の発明は、光出射面に形成した電極に対向する他方の対向面の電極対向領域を含む領域に形成され、上記接合面を貫通する溝を有するので、上記溝を有さない場合に比べて、上記電極対向領域にある接合面の面積が減少する。したがって、上記溝を形成したことによって、上記溝が無い場合に比べて、上記光出射面に形成した電極に向かって進行する発光光の量を大幅に減少させることができる。つまり、請求項6の発明によれば、全発光光の内、上記電極の形成領域にある光出射面に入射する光の割合を減少させ、上記電極の非形成領域にある光出射面に入射する光の割合を増加させることができる。したがって、請求項6の発明によれば、光出射効率を向上させることができる。

【0038】また、請求項7に記載の発明は、上記溝が上記溝の底に向かって先細になるように、上記溝の側面を傾斜面にしたので、上記接合面近傍で発生し上記接合面と略平行に進行する光を、上記傾斜面で反射して一方の対向面つまり光出射面に向かわせることができる。したがって、請求項7の発明によれば、特に、光出射効率を向上させることができる。

【0039】また、請求項8に記載の発明は、上記半導体発光装置の側面の一部は、上記一方の対向面から上記他方の対向面に向かって内側に傾斜し、かつ、上記接合面と交差する傾斜面からなる。従って、上記接合面近傍で発生し上記接合面と略平行に進行して側面に向かう光を、上記傾斜面で反射して一方の対向面つまり光出射面に向かわせることができる。したがって、請求項8の発明によれば、特に、光出射効率を向上させることができる。

【0040】また、請求項9に記載の発明は、上記凹部

の内面または溝の内面、あるいは他方の対向面あるいは上記側面の傾斜面に、光の反射と電気的絶縁の両方を行う反射膜を形成したので、上記凹部または上記溝または上記他方の対向面または上記傾斜面に入射した発光光を上記反射膜で反射して一方の対向面つまり光出射面に向かわせることができる。したがって、請求項9の発明によれば、特に、光出射効率を向上させることができる。また、上記反射膜は電気的絶縁を行うので、リードフレームや基板に搭載するさいに使用する導電性ペースト(銀ペースト)による電気的ショートを回避できる。

【0041】また、請求項10に記載の発明は、請求項4乃至9のいずれか1つに記載の半導体発光装置において、上記一方の対向面の光取り出し領域に、1層ないし複数層の誘電体光学薄膜で構成された反射防止膜を形成したので、光出射面で反射する発光光を減少させることができ、光出射効率を特に向上できる。

【0042】また、請求項11に記載の発明は、請求項2または請求項3または請求項9のいずれか1つに記載の半導体発光装置において、上記反射膜を、誘電体で構成した光学多層膜としたので、上記反射膜の光の反射率を高めることができ、光出射効率を更に向上できる。

【0043】また、請求項12に記載の発明は、請求項2または請求項3または請求項9のいずれか1つに記載の半導体発光装置において、上記反射膜を、誘電体で構成した光学多層膜と金属層で構成した反射ミラーにしたので、上記反射膜の光の反射率を特に高めることができ、光出射効率を更に一層向上できる。

【0044】

【実施例】以下、本発明を図示の実施例により詳細に説明する。

【0045】図1に第1実施例を示す。この実施例は、以下のようにして作製される。まず、n型GaAs基板1上に液層エピタキシャル成長によりn型半導体層2とp型半導体層3を連続成長してGaAs赤外発光ウェハー(ピーカ発光波長 $\lambda_p = 950\text{ nm}$)を形成する。つぎに、上記ウェハーの上面つまりp型半導体層3の上面3aに、Au-AuZnからなるワイヤボンド用電極5を形成する。

【0046】次に、上記上面3aおよび電極5の全面に、ZrO₂(屈折率n=1.95)を光学的膜厚(屈折率n×厚さd) $\lambda_p/4$ に蒸着して反射防止膜4を形成した後、上記電極5上に形成された反射防止膜をリフトオフあるいはエッティングにより除去する。

【0047】次に、上記ウェハーの下面つまりn型GaAs基板1の下面1aにAuGeからなる複数の部分電極6を形成した後に、上記ウェハーをダイシングしてチップ化し、図1に示す半導体発光装置を作製する。

【0048】この第1実施例は、部分電極6とワイヤボンド用電極5との間に電圧を印加すると、p型半導体層3とn型半導体層2とのPN接合面7近傍で光を発生し、上記光を光出射面であるp型半導体層3の上面3a

から出射させる。

【0049】この第1実施例は、光出射面であるp型半導体層3の上面3aに形成した反射防止膜4は、上記上面3aの光透過率を向上させ、PN接合面7近傍で発生して上面3aに入射した光が上面3aで反射することを防止し、上記光を上面3aを通過させる。したがって、第1実施例によれば、光出射効率を向上させることができる。

【0050】具体的には、この第1実施例は、光出射面であるp型半導体層3の上面3aを通過した光が外部空気に出射するときの反射率Rは0.17%、また、上記光が外部のエポキシ樹脂に出射するときの反射率Rは2.66%である。

【0051】これに対し、反射防止膜4を形成しない場合には、外部が空気の場合の反射率Rは約30%であり、外部がエポキシ樹脂の場合の反射率Rは約16%であるから、上記第1実施例によれば、反射防止膜4を形成しない場合に比べて、光出射面である上面3aからの光の取り出し効率を大幅に改善できる。

【0052】尚、上記反射防止膜4を光学的膜厚 $\lambda_p/4$ のTiO₂(屈折率n=2.3)で形成した場合には、上記発光装置の反射防止膜4から外部空気に光が出射するときの反射率Rは4.15%になる。また、この場合、反射防止膜4の内側から反射防止膜4の外部のエポキシ樹脂に光が出射するときの反射率Rは略0%となる。

【0053】次に、第2実施例を図2に示す。この第2実施例は、反射防止膜4を備えず、反射膜25を備えた点のみが第1実施例と異なる。したがって、第1実施例と同一部分には同一番号を付して、反射膜25に関連する点について重点的に説明する。

【0054】この第2実施例は、第1実施例と同様に、部分電極3を形成した後、図3に示すように、n型GaAs基板1の下面1aに、光学的膜厚 $\lambda_p/4$ のSiO₂(屈折率n=1.46)からなる低屈折率層26と光学的膜厚 $\lambda_p/4$ のTiO₂からなる高屈折率層27とを交互に4対蒸着により積層して、上記下面1aに誘電体光学多層膜である反射膜25を形成する。その後、部分電極6と重なっている領域の反射膜25をリフトオフあるいはエッティングによって除去し、ダイシングによりチップに分割し、図2に示す第2実施例の半導体発光装置を作製する。

【0055】この反射膜25の反射率Rは、周囲が空気の場合には9.7%であり、周囲がエポキシ樹脂の場合には95.6%である。

【0056】この第2実施例は、光出射面である上面3aに対向する下面1aに形成した反射膜25は、PN接合面7近傍で発生して下面1aに全反射を起こさない角度で入射した光が下面1aを透過することを防止し、上記光を反射して上記光を光出射面である上面3aに向かわせる。従って、第2実施例によれば、PN接合面7近

傍で発生した光を有効に利用して、光出射効率を向上させることができる。

【0057】次に、図4に第3実施例を示す。この第3実施例は、以下のようにして作製される。まず、n型GaAs基板41上に液層エピタキシャル成長によりn型半導体層42とp型半導体層43を連続成長してGaAs赤外発光ウェハー(ピーク発光波長 $\lambda_p=950\text{nm}$)を形成する。次に、上記ウェハーの上面つまりp型半導体層43の上面43aに、Au-AuZnからなるワイヤボンド用電極45を形成する。

【0058】次に、図5に示すように、n型GaAs基板41の下面41aに、光学的膜厚($n \times d$)が $\lambda_p/5$ である低屈折率層51(SiO₂層)と、光学的膜厚が $\lambda_p/4$ である高屈折率層52(TiO₂層)と、光学的膜厚が $\lambda_p/4$ である低屈折率層51(SiO₂層)の3層を順に積層し、誘電体光学多層膜を形成する。

【0059】次に、リフトオフあるいはエッティングによって、下面41aの電極形成用オーミック領域にある上記誘電体光学多層膜を除去した後、上記オーミック領域および多層膜の表面全面に、AuGe-Au金属膜50を蒸着する。図4と図5に示すように、この金属膜50の蒸着によって、オーミック領域の電極46と、反射ミラー48の一部をなす金属層53とが同時に形成される。

【0060】次に、上記金属膜50をアロイした後、ウェハーをダイシングしてチップに分割し、図4に示す第3実施例の半導体発光装置を作製する。この反射ミラー48の反射率Rは周囲の材質にかかわらず99%以上である。

【0061】この第3実施例は、電極46とワイヤボンド用電極45との間に電圧を印加すると、p型半導体層43とn型半導体層42とのPN接合面47近傍で光を発生し、上記光を光出射面であるp型半導体層43の上面43aから出射させる。

【0062】この第3実施例は、反射ミラー48が、PN接合面47近傍で発生して上記下面41aに入射した光が、下面41aを透過することを防止し、上記光を反射して上記光を光出射面である上面43aに向かわせる。したがって、この第3実施例によれば、PN接合面付近で発生した光を有効に利用して、光出射効率を向上させることができる。

【0063】次に、図6に第4実施例を示す。この第4実施例は、図1に示した第1実施例に、図2に示した第2実施例の反射膜25を附加したものである。従って、この第4実施例によれば、反射防止膜4によって、光出射面である表面1aで発光光が反射することを防止して上記発光光を光出射面から出射させることができ、かつ、上記反射膜25によって、光出射面に対向する下面1aから発光光が透過していくことを防ぎ、上記光を反射して上記光を光出射面に向かわせることができる。したがって、この第4実施例によれば、特に、光出射効率

を向上させることができる。

【0064】次に、図7と図8に第5実施例を示す。この第5実施例は、p型半導体層71と、n型半導体層72と、上記p型半導体層71とn型半導体層72とのPN接合面73に対向するp型半導体層71の上面71aに形成されたワイヤボンド用電極75と、n型半導体層72の下面72aに形成された電極76とを有している。この第5実施例は、上記p型半導体層71の上面71aを光出射面としている。

【0065】この実施例は、半導体層72の下面72aに上記PN接合面73を貫通する凹部77が形成されている。この凹部77は、上面71aに形成された電極75に対向する電極対向領域Rに形成されている。

【0066】この第5実施例は、光出射面に形成した電極75に対向し、かつ、PN接合面73を貫通する凹部77を有するので、上記電極対向領域RにはPN接合面が無く、上記電極対向領域Rでは発光しない。したがって、上記凹部77を形成したことによって、上記凹部77が無い場合に比べて、上記光出射面に形成した電極75に向かって進行する発光光の量を大幅に減少させることができる。つまり、全発光光の内、上記電極75で覆われた領域の上面71aに入射する光の割合を減少させ、上記電極75で覆われていない領域の上面71aに入射する光の割合を増加させることができる。したがって、上記電極75で遮られる発光光を減少させ、上記電極75で遮られずに光出射面(上面71a)から出射する発光光を増加させることができ、光出射効率を向上させることができる。

【0067】次に、図9に第6実施例を示す。この第6実施例は、p型半導体層91と、n型半導体層92と、上記p型半導体層91とn型半導体層92とのPN接合面93に対向するp型半導体層91の上面91aに形成されたワイヤボンド用電極95と、n型半導体層92の下面92aに形成されたダイボンド用電極96とを有している。この第6実施例は、上記p型半導体層91の上面91aを光出射面としている。

【0068】この第6実施例は、n型半導体層92の下面92aに上記PN接合面93を貫通し、かつ、上記PN接合面93に沿って延びる溝97が形成されている。この溝97は、上面91aに形成された電極95に対向する電極対向領域を含む領域に形成されている。上記溝97は、n型半導体層92およびp型半導体層91をダイシングソーにより、ハーフダイシングすることにより形成した。また、上記ダイボンド用の電極96は、上記ダイシングによるダメージ領域を湿式エッティングにより除去した後、溝97の横に形成した。

【0069】この第6実施例は、光出射面に形成した電極95に対向し、かつ、PN接合面93を貫通する溝97を有するので、上記電極対向領域にはPN接合面93が無く、上記電極対向領域では発光しない。したがつ

て、上記溝97を形成したことによって、上記溝97が無い場合に比べて、光出射面である上面91aに形成した電極95に向かって進行する発光光の量を大幅に減少させることができる。つまり、この実施例によれば、全発光光の内、上記電極95で覆われた領域の上面91aに入射する光の割合を減少させ、上記電極95で覆われていない領域の上面91aに入射する光の割合を増加させることができる。したがって、上記電極95で遮られる発光光を減少させ、上記電極95で遮られずに光出射面(上面91a)から出射する発光光を増加させることができ、光出射効率を向上させることができる。

【0070】尚、図10に示すように、上記第6実施例の下面92aに、上記溝97と同一深さで、かつ、上記電極対向領域で上記溝97と交差して直交する溝98を形成してもよい。

【0071】つぎに、図11に第7実施例を示す。この第7実施例は、p型半導体層111と、n型半導体層112と、上記p型半導体層111とn型半導体層112とのPN接合面113に対向するp型半導体層111の上面111aに形成されたワイヤボンド用電極115と、n型半導体層112の下面112aに形成されたダイボンド用の電極116とを有している。この第7実施例は、上記p型半導体層111の上面111aを光出射面としている。

【0072】この実施例は、n型半導体層112の下面112aに上記PN接合面113を貫通する凹部117が形成されている。この凹部117は、上面111aに形成された電極115に対向する電極対向領域に形成されている。上記凹部117が上記凹部117の底に向かって先細になるように、上記凹部117の側面117aを傾斜面にした。上記凹部117は、等方性のエッチャントを用いて上記n型半導体層112を湿式エッチングすることによって、形成することができる。

【0073】この第7実施例は、光出射面に形成した電極115に対向し、かつ、PN接合面113を貫通する凹部117を有するので、上記凹部117を有さない場合に比べて、上記電極対向領域にあるPN接合面の面積が大幅に減少する。

【0074】したがって、上記凹部117を形成したことによって、上記凹部117が無い場合に比べて、上記光出射面に形成した電極115に向かって進行する発光光の量を大幅に減少させることができる。つまり、全発光光の内、上記電極115で覆われた領域の上面111aに入射する光の割合を減少させ、上記電極115で覆われていない領域の上面111aに入射する光の割合を増加させることができる。したがって、上記電極115で遮られる発光光を減少させ、上記電極115で遮られずに光出射面(上面111a)から出射する発光光を増加させることができ、光出射効率を向上させることができる。

【0075】また、この第7実施例は、上記PN接合面113近傍で発生し上記PN接合面113と略平行に進行する光を、上記傾斜面117aで反射して上面111aつまり光出射面に向かわせることができる。従って、この第7実施例によれば、特に、光出射効率を向上させることができる。

【0076】つぎに、図12に第8実施例を示す。この第8実施例は、p型半導体層121と、n型半導体層122と、上記p型半導体層121とn型半導体層122とのPN接合面123に対向するp型半導体層121の上面121aに形成されたワイヤボンド用電極125と、n型半導体層122の下面122aに形成されたダイボンド用の電極126とを有している。この第8実施例は、上記p型半導体層121の上面121aを光出射面としている。

【0077】この実施例は、n型半導体層122の下面122aに上記PN接合面123を貫通し、かつ、上記PN接合面123に沿って延びる溝127が形成されている。この溝127は、上面121aに形成された電極125に対向する電極対向領域に形成されている。上記溝127が上記溝127の底に向かって先細になるように、上記溝127の側面127aを傾斜面にした。上記溝127は、V字型のダイシングブレードを使用して形成することができる。

【0078】この第8実施例は、光出射面に形成した電極125に対向し、かつ、PN接合面123を貫通する溝127を有するので、上記溝127を有さない場合に比べて、上記電極対向領域にあるPN接合面の面積が大幅に減少する。

【0079】したがって、上記溝127を形成したことによって、上記溝127が無い場合に比べて、上記光出射面に形成した電極125に向かって進行する発光光の量を大幅に減少させることができる。つまり、全発光光の内、上記電極125で覆われた領域にある上面121aに入射する光の割合を減少させ、上記電極125で覆われていない領域にある上面121aに入射する光の割合を増加させることができる。したがって、上記電極125で遮られる発光光を減少させ、上記電極125で遮られずに光出射面(上面121a)から出射する発光光を増加させることができ、光出射効率を向上させることができる。

【0080】また、この第8実施例は、上記PN接合面123近傍で発生し上記PN接合面123と略平行に進行する光を、上記傾斜面127aで反射して上面121aつまり光出射面に向かわせることができる。従って、この第8実施例によれば、特に、光出射効率を向上させることができる。

【0081】尚、この第8実施例において、図13に示すように、上記溝127と上記電極対向領域で交差して直交するように、上記溝127と同じ形状の溝128を

設けてもよい。

【0082】また、上記第8実施例において、図14に示すように、上面121aと下面122aに挟まれた側面141に、上面121aから下面122aに向かって内側に傾斜し、かつ、上記PN接合面123と交差する傾斜面141aを設けてもよい。

【0083】上記傾斜面141aは、例えば、次のようにして形成できる。即ち、ウェハーをチップに分割する前に、上記溝127に隣接するチップ分割用の断面V字状の溝を、V字形状のダイシングブレードで形成する。次に、等方性のエッチャントでダメージ層をエッチングした後、各電極を形成し、上記チップ分割用V字状溝の中央部をダイシングして図14に示すチップに分割する。この分割時に、上記分割用V字溝の両側面が、上記傾斜面141aになる。

【0084】図14に示すように、上記傾斜面141aを形成した場合には、上記PN接合面123近傍で発生し上記PN接合面123と略平行に進行して側面141の傾斜面141aに向かう光を、上記傾斜面141aで反射して上面121aつまり光出射面に向かわせることができる。したがって、この場合、特に、光出射効率を向上させることができる。

【0085】なお、図7に示した第5実施例もしくは図9に示した第6実施例において、図15に示すように、n型半導体層72, 92の下面72a, 92a及び凹部77, 溝97の内面に、図2に示した第2実施例の反射膜25と同じ構成の反射膜151を形成した場合には、PN接合面73, 93近傍で発生して上記下面72a, 92aに向かう光を、上記反射膜151で反射して光出射面である上面71a, 91aに向かわせることができる。したがって、この場合、光出射効率を一層向上させることができる。

【0086】また、図11に示した第7実施例もしくは図12に示した第8実施例において、図16に示すように、n型半導体層112, 122の下面112a, 122aおよび凹部117, 溝127の内面に、図2に示した第2実施例の反射膜25と同じ構成の反射膜161を形成した場合には、PN接合面113, 123近傍で発生して上記下面112a, 122aに向かう光を、上記反射膜161で反射して光出射面である上面111a, 121aに向かわせることができる。また、上記PN接合面113, 123近傍で発生して、PN接合面113, 123と平行に進行する光を、上記反射膜161で反射して光出射面である上面111a, 121aに向かわせることができる。したがって、光出射効率を一層向上させることができる。

【0087】また、図14に示した実施例において、図17に示すように、n型半導体層122の下面122a及び溝127の内面及び側面141の傾斜面141aに、図2に示した第2実施例の反射膜25と同じ構成の

反射膜171を形成した場合には、PN接合面123近傍で発生して下面122aに向かう光を、上記反射膜171で反射して光出射面である上面121aに向かわせることができる。また、上記PN接合面123近傍で発生して、PN接合面123と平行に進行する光を、上記反射膜171で反射して光出射面である上面121aに向かわせることができる。したがって、光出射効率を一層向上させることができる。

【0088】また、図15, 図16, 図17に示した実施例において、図18, 図19, 図20に示すように、図1に示した第1実施例の反射防止膜4と同じ構成の反射防止膜181, 191, 201を、上面71a, 91a, 111a, 121aに形成した場合には、上記反射防止膜181, 191, 201が、PN接合面73, 93, 113, 123近傍からの発光光が上面71a, 91a, 111a, 121aで反射することを防止するので、光出射効率を一層向上させることができる。

【0089】尚、上記実施例において、傾斜面はいずれも平面としたが、傾斜面は曲面であっても上記実施例と同様の光出射効率向上効果を得ることができる。特に、傾斜面を放物面や球面の一部の形状とし、集光機能を有するミラーにすると、さらに光出射効率向上効果が上がる。

【0090】また、上記実施例において、電極や、反射膜、反射防止膜、溝等を形成する順序は、上記した順番に限らず、別の順序で形成してもよい。また、上記実施例において、GaAs赤外発光装置の接合面の上をP型半導体層とし、接合面の下をn型半導体層としたが、その逆でもかまわない。更に、GaP, GaAsP, GaAlAs等の可視発光装置でも、同様の構造ができるることは言うまでもない。

【0091】

【発明の効果】以上の説明より明らかなように、請求項1に記載の発明は、光出射面とした一方の対向面に形成した反射防止膜は、光出射面の光透過率を向上させ、PN接合面近傍で発生して上記光出射面に入射した光が上記光出射面で反射することを防止し、上記光を光出射面から出射させる。従って、請求項1の発明によれば、光出射効率を向上させることができる。

【0092】また、請求項2に記載の発明は、上記光出射面に対向する他方の対向面に形成した反射膜は、PN接合面近傍で発生して上記他方の対向面に入射した光が上記他方の対向面を透過することを防止し、上記光を反射して上記光を光出射面に向かわせる。したがって、請求項2の発明によれば、光出射効率を向上させることができる。

【0093】また、請求項3に記載の発明は、光出射面に反射防止膜を形成し、かつ、光出射面に対向する対向面に反射膜を形成した。この為、上記反射防止膜によって、光出射面で発光光が反射することを防止して上記発

光光を光出射面から出射させることができ、かつ、上記反射膜によって、光出射面に対向する対向面から発光光が透過していくことを防ぎ、上記光を反射して上記光を光出射面に向かわせることができる。したがって、請求項3の発明によれば、特に、光出射効率を向上させることができる。

【0094】また、請求項4に記載の発明は、光出射面に形成した電極に対向する他方の対向面の電極対向領域に形成され、上記接合面を貫通する凹部を有するので、上記凹部を有さない場合に比べて、上記電極対向領域にある接合面の面積が減少する。従って、上記凹部を形成したことによって、上記凹部が無い場合に比べて、上記光出射面に形成した電極に向かって進行する発光光の量を大幅に減少させることができる。つまり、請求項4の発明によれば、全発光光の内、上記電極の形成領域にある光出射面に入射する光の割合を減少させ、上記電極の非形成領域にある光出射面に入射する光の割合を増加させることができる。したがって、請求項4の発明によれば、上記電極で遮られる発光光を減少させ、上記電極で遮られずに光出射面から出射する発光光を増加させることができ、光出射効率を向上させることができる。

【0095】また、請求項5に記載の発明は、上記凹部が上記凹部の底に向かって先細になるように、上記凹部の側面を傾斜面にしたので、上記接合面近傍で発生し上記接合面と略平行に進行する光を、上記傾斜面で反射して一方の対向面つまり光出射面に向かわせることができる。したがって、請求項5の発明によれば、特に、光出射効率を向上させることができる。

【0096】また、請求項6に記載の発明は、光出射面に形成した電極に対向する他方の対向面の電極対向領域を含む領域に形成され、上記接合面を貫通する溝を有するので、上記溝を有さない場合に比べて、上記電極対向領域にある接合面の面積が減少する。したがって、上記溝を形成したことによって、上記溝が無い場合に比べて、上記光出射面に形成した電極に向かって進行する発光光の量を大幅に減少させることができる。つまり、請求項6の発明によれば、全発光光の内、上記電極の形成領域にある光出射面に入射する光の割合を減少させ、上記電極の非形成領域にある光出射面に入射する光の割合を増加させることができる。したがって、請求項6の発明によれば、光出射効率を向上させることができる。

【0097】また、請求項7に記載の発明は、上記溝が上記溝の底に向かって先細になるように、上記溝の側面を傾斜面にしたので、上記接合面近傍で発生し上記接合面と略平行に進行する光を、上記傾斜面で反射して一方の対向面つまり光出射面に向かわせることができる。したがって、請求項7の発明によれば、特に、光出射効率を向上させることができる。

【0098】また、請求項8に記載の発明は、上記半導体発光装置の側面の一部は、上記一方の対向面から上記

他方の対向面に向かって内側に傾斜し、かつ、上記接合面と交差する傾斜面からなる。従って、上記接合面近傍で発生し上記接合面と略平行に進行して側面に向かう光を、上記傾斜面で反射して一方の対向面つまり光出射面に向かわせることができる。したがって、請求項8の発明によれば、特に、光出射効率を向上させることができる。

【0099】また、請求項9に記載の発明は、上記凹部または溝の内面、あるいは他方の対向面あるいは上記側面の一部である傾斜面に、光の反射と電気的絶縁の両方を行う反射膜を形成したので、上記凹部または溝または他方の対向面または傾斜面に入射した発光光を上記反射膜で反射して一方の対向面つまり光出射面に向かわせることができる。従って、請求項9の発明によれば、特に、光出射効率を向上させることができる。また、上記反射膜は電気的絶縁を行うので、リードフレームや基板に搭載するさいに使用する導電性ペースト(銀ペースト)による電気的ショートを回避できる。

【0100】また、請求項10に記載の発明は、請求項4乃至9のいずれか1つに記載の半導体発光装置において、上記一方の対向面の光取り出し領域に、1層ないし複数層の誘電体光学薄膜で構成された反射防止膜を形成したので、光出射面で反射する発光光を減少させることができ、光出射効率を特に向上できる。

【0101】また、請求項11に記載の発明は、請求項2または請求項3または請求項9のいずれか1つに記載の半導体発光装置において、上記反射膜を、誘電体で構成した光学多層膜としたので、上記反射膜の光の反射率を高めることができ、光出射効率を更に向上できる。

【0102】また、請求項12に記載の発明は、請求項2または請求項3または請求項9のいずれか1つに記載の半導体発光装置において、上記反射膜を、誘電体で構成した光学多層膜と金属層で構成した反射ミラーにしたので、上記反射膜の光の反射率を特に高めることができ、光出射効率を更に一層向上できる。

【0103】上記発明の半導体発光装置を用いてLEDランプを形成すると、半導体発光装置の上面から効率よく光が射出し、上面から出射する光量を従来構造と比較して2倍以上にできる。したがって、出射光をLEDランプのレンズの光軸からはずれないようにして、有效地に集光でき、LEDランプの光輝度化を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の半導体発光装置の第1実施例の断面図である。

【図2】 本発明の半導体発光装置の第2実施例の断面図である。

【図3】 上記第2実施例の反射膜の構造を示す図である。

【図4】 本発明の第3実施例の断面図である。

【図5】 上記第3実施例の反射膜の構造図である。

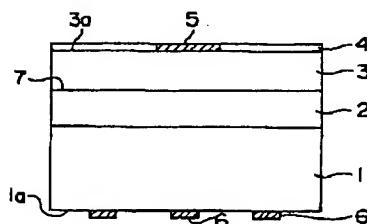
- 【図6】 本発明の第4実施例の断面図である。
- 【図7】 本発明の第5実施例の断面図である。
- 【図8】 上記第5実施例の斜視図である。
- 【図9】 本発明の第6実施例の斜視図である。
- 【図10】 上記第6実施例の変形例の斜視図である。
- 【図11】 本発明の第7実施例の斜視図である。
- 【図12】 本発明の第8実施例の斜視図である。
- 【図13】 上記第8実施例の変形例の斜視図である。
- 【図14】 上記第8実施例のもうひとつの変形例の斜視図である。
- 【図15】 上記第5もしくは第6実施例の変形例の断面図である。
- 【図16】 上記第7もしくは第8実施例の変形例の断面図である。
- 【図17】 図14に示した実施例の変形例の断面図である。
- 【図18】 図15に示した実施例の変形例の断面図である。
- 【図19】 図16に示した実施例の変形例の断面図である。
- 【図20】 図17に示した実施例の変形例の断面図である。
- 【図21】 従来の半導体発光装置の断面図である。
- 【図22】 従来の半導体発光装置を有するLEDランプの光路図である。

- 【図23】 従来の改良型の半導体発光装置の断面図である。
- 【図24】 従来の改良型の半導体発光装置の断面図である。
- 【図25】 従来の改良型の半導体発光装置の断面図である。
- 【図26】 従来の改良型の半導体発光装置の断面図である。
- 【図27】 従来の改良型の半導体発光装置の断面図である。

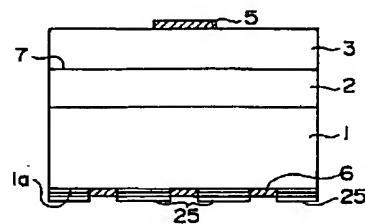
【符号の説明】

- 1, 4 1…n型GaAs基板、1a, 41a, 72a, 92a, 112a, 122a…下面、2, 42, 72, 92, 112, 122…n型半導体層、3, 43, 71, 91, 111, 121…p型半導体層、3a, 43a, 71a, 91a, 111a, 121a…上面、4, 181, 191, 201…反射防止膜、5, 45, 75, 95, 115, 125…ワイヤボンド用電極、6, 46, 76, 96, 116, 126…部分電極、7, 47, 73, 93, 113, 123…PN接合面、25, 151, 161, 171…反射膜、26, 51…低屈折率層、27, 52…高屈折率層、48…反射ミラー、77, 117…凹部、97, 98, 127, 128…溝、R…電極対向領域、117a, 127a…傾斜面、141…側面、141a…傾斜面。

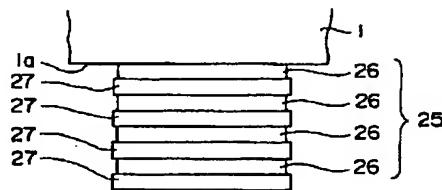
【図1】



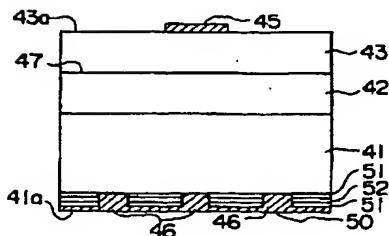
【図2】



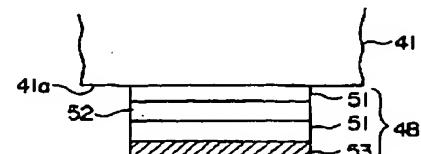
【図3】



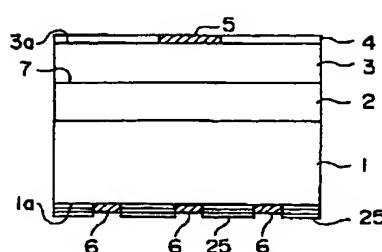
【図4】



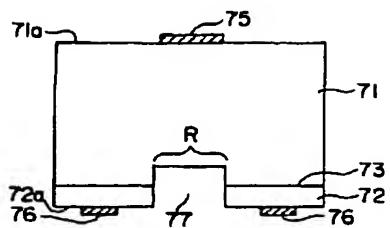
【図5】



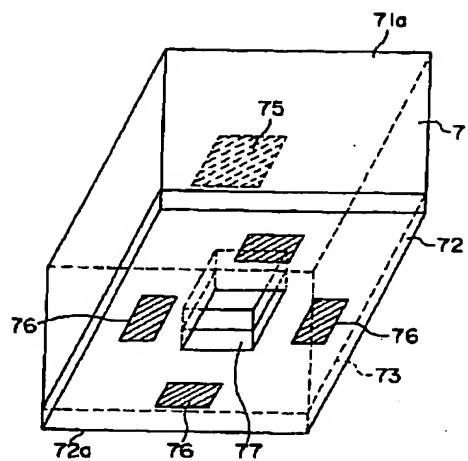
【図6】



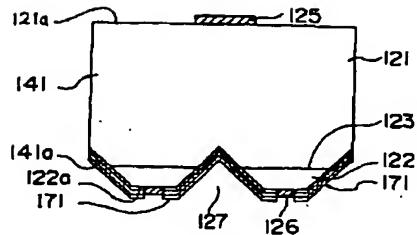
【図7】



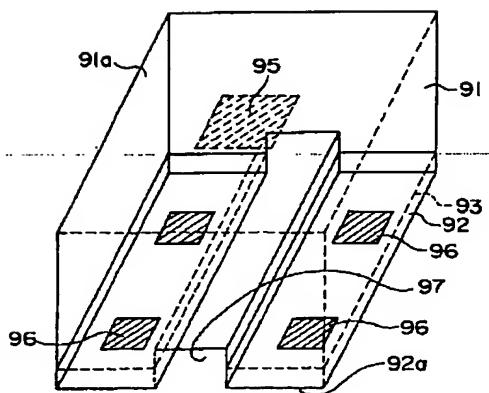
【圖 8】



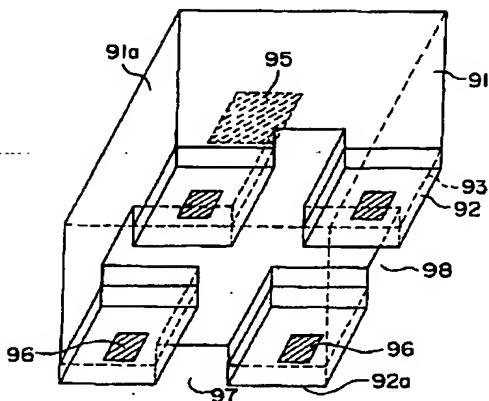
[図 17]



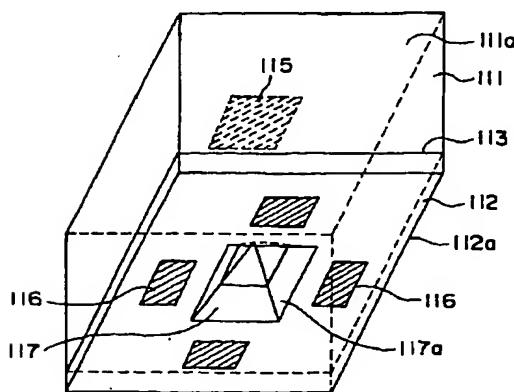
[図9]



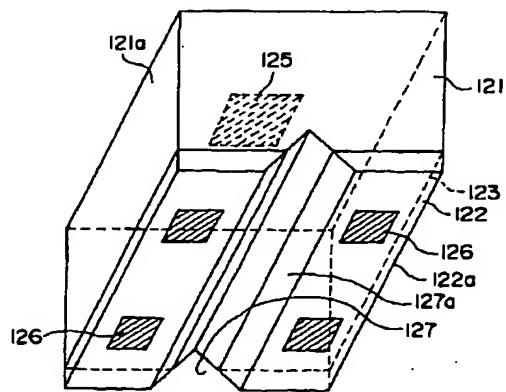
【図10】



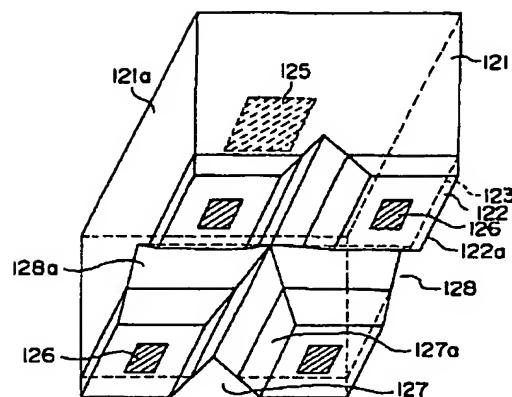
【図 1-1】



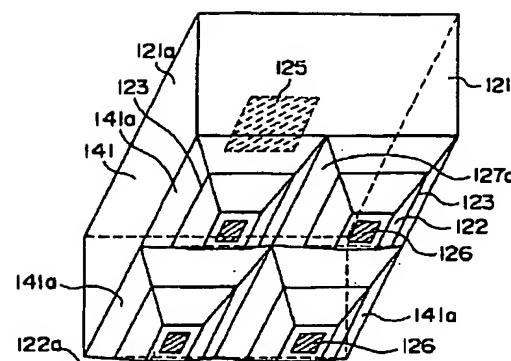
【図12】



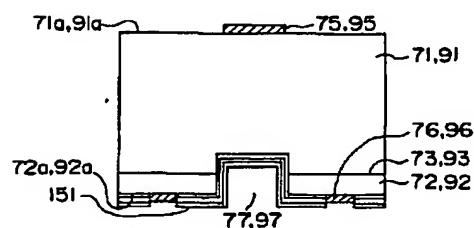
【図13】



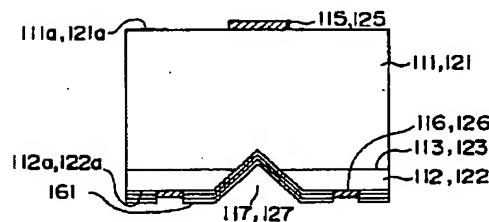
【図14】



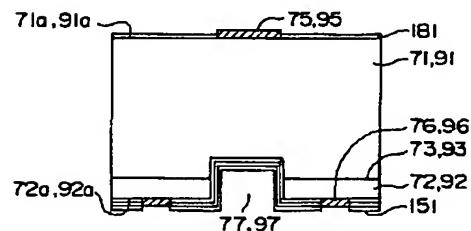
【図15】



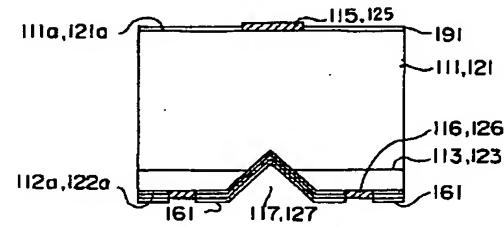
【図16】



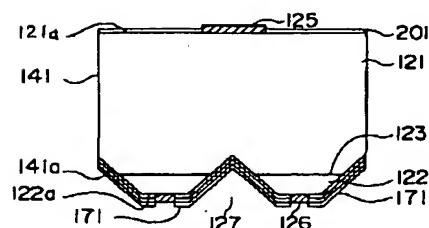
【図18】



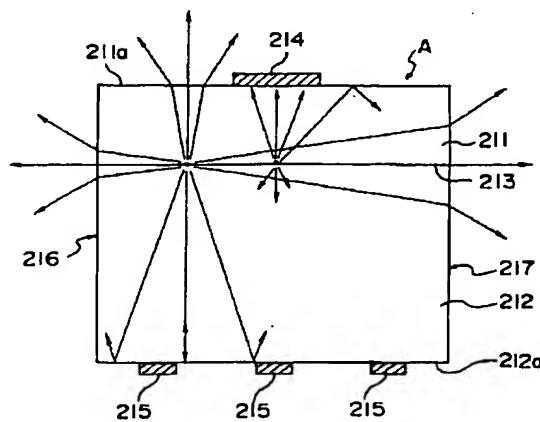
【図19】



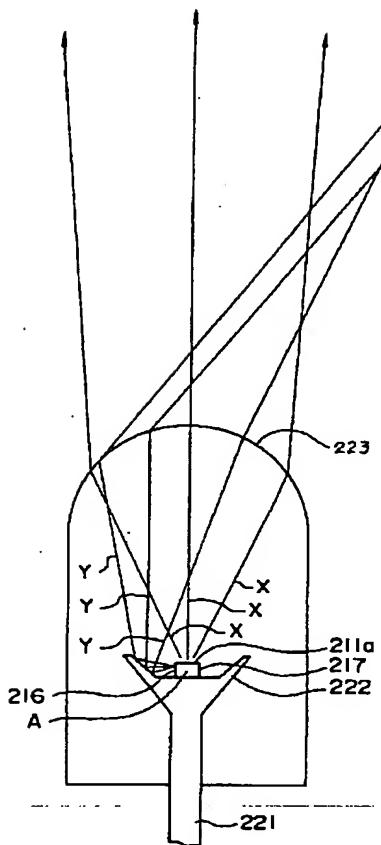
【図20】



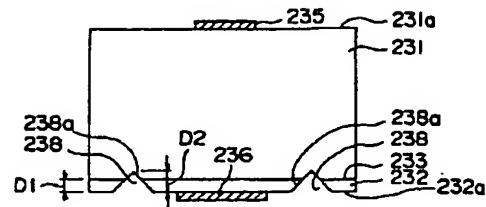
【図21】



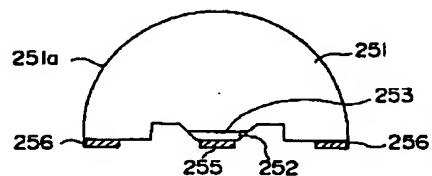
【図22】



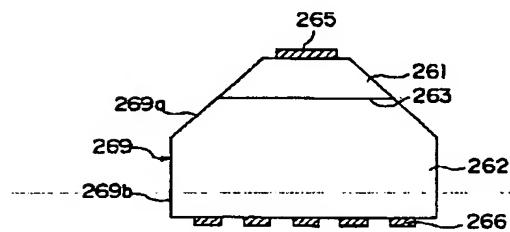
【図23】



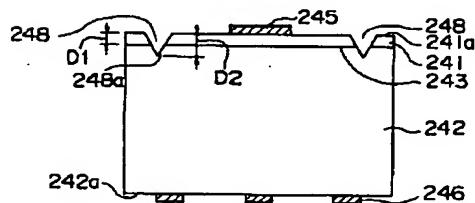
【図25】



【図26】



【図24】



【図27】

